

Persiguiendo el último sol de la Europa continental

Jorge Mira Pérez

Debido a la inclinación cambiante del eje de rotación terrestre respecto al sol, se puede contemplar durante dos meses al año el último atardecer de la Europa continental en la zona más occidental de España (Costa da Morte), pese a no ser esta la más occidental del continente. El trabajo en el que se describió el calendario de esos atardeceres ha tenido incidencia en las estrategias turísticas de los ayuntamientos de la zona, que han comenzado a explotar este recurso natural

Introducción

El historiador romano Lucio Anneo Floro (c. 74–c. 130) cuenta cómo el general romano Décimo Junio Bruto Galaico (180 a. C.–113 a. C.), tras conquistar la *Gallaecia* (que comprende Galicia y aproximadamente la mitad norte de Portugal), llegó a lo que creyó el fin del mundo conocido [1], el *Finis Terrae*, y no quiso irse sin antes ver el sol hundirse en el *mare tenebrosum* [2, 3].

Esa escena se produjo, muy posiblemente, en el *Promontorium Nerium*, la zona más occidental de la España peninsular (figura 1) que actualmente se conoce como *Costa da Morte* (Costa de la Muerte). En la Costa da Morte se encuentra el ayuntamiento de Finisterre (Fisterra en gallego), en cuyo famoso cabo (del mismo nombre) se agolpan cientos de turistas en varios momentos del año para contemplar ese mágico momento del atardecer. Son visitantes presos de la misma fascinación que posiblemente llevó hasta allí a muchas personas a lo largo de milenios para ver el mismo espectáculo (figura 2). Son abundantes los ritos y leyendas sobre el *Ara Solis* [4], un santuario o altar de culto al sol, que habría sido sustituido hace unos siglos por la ermita de San Guillermo¹ en Cabo Finisterre.

Tal reciclaje de ritos paganos por el mundo cristiano se podría haber realizado también con la ruta en sí. Según algunos historiadores, esa ruta de peregrinación hacia el punto de observación del último sol podría haber sido el germen del posterior Camino de Santiago [5]. Santiago de Compostela está, de hecho, a solo unos 60 km en línea recta de Finisterre y, como es bien sabido, a partir del siglo IX se convirtió en el foco de una de las principales rutas de peregrinación de Europa. Hoy en día, muchos de los actuales peregrinos que llegan hasta Santiago continúan el camino hasta la Costa da Morte (principalmente a las localidades de Finisterre y Muxía).

Es obvio que la magia y belleza de los atardeceres son un recurso natural de gran potencial turístico para esa zona de Galicia. Este tipo de consideraciones cobran importancia en un país como España, el tercero del mundo por número de



Fig. 1. Mapa del promontorio nerio, en la Costa da Morte, la zona más occidental de la España peninsular (mapa del visor Sigpac-Fega). Se marcan los puntos mencionados en el presente artículo (Cabo Touriñán, Cabo Finisterre, Cabo da Nave y Monte Pindo).

visitantes extranjeros [6], para el cual los ingresos por turismo representan un porcentaje significativo de su PIB. A ese atractivo se une, sobre todo, la significación histórica de ser el fin del mundo del imperio romano.

Pero ¿es realmente el Cabo Finisterre el punto más occidental (obviando las islas) de ese antiguo imperio?

La respuesta es no. De hecho, tampoco es el punto más occidental de la España peninsular, que está unos 20 km hacia el norte, en Cabo Touriñán (43°03' N 9°18' O), aunque la diferencia de longitud entre ambos puntos (del orden de 1 minuto de arco) era de difícil detección para los romanos.

1 Una ermita que ya no existe.

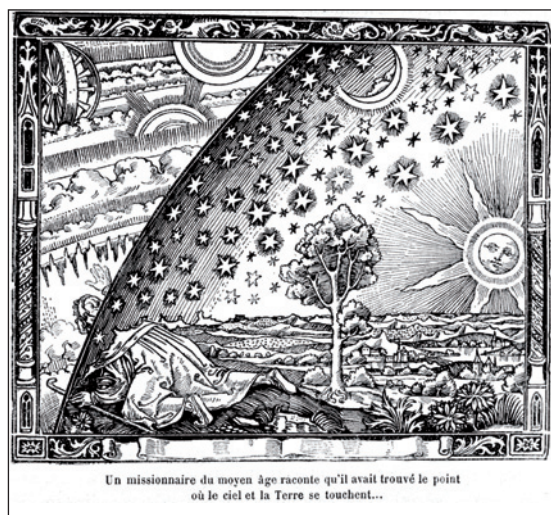


Fig. 2. El grabado Flammarion ilustra la fascinación del ser humano por encontrar el fin del mundo. El pie de la ilustración reza: "Un misionero medieval cuenta que había encontrado el lugar en el que el Cielo y la Tierra se encontraban". Anónimo/Camille Flammarion, *L'Atmosphère: Météorologie Populaire* (París, 1888), p. 163.

Además, la espectacular forma en punta de Cabo Finisterre (que recuerda la cabeza de una serpiente mordiendo el Atlántico) le otorga una estética de extremo que juega mucho a su favor.

El punto más occidental de la Europa continental se encuentra más hacia al sur, en el portugués Cabo da Roca ($38^{\circ}47' \text{ N } 9^{\circ}30' \text{ O}$). ¿Deberíamos decir entonces que los turistas que intentan recrear la experiencia de Décimo Junio Bruto Galaico están equivocados?

El baile del sol poniente

La respuesta a esta nueva pregunta es que "no siempre están equivocados", gracias a la orienta-

Sean dos puntos A y B con igual longitud geográfica en el hemisferio norte, con B situado al norte de A. Esto hace que el mediodía verdadero les sea simultáneo. Pero el momento del atardecer solo será simultáneo los días de los equinoccios, en los cuales la línea que separa el día de la noche (llamada *terminador*) coincide con un meridiano (figura 3a). Para el resto de los días, la línea del terminador cruza los meridianos con un ángulo que depende de la latitud². En un mapa de proyección cilíndrica en el cual las líneas de latitud son horizontales y los meridianos son paralelos en la dirección norte-sur (como los de Mercator o Gall-Peters), en el hemisferio norte, mirando hacia el norte, el terminador estará tumbado hacia el este desde el equinoccio de primavera al de otoño. Por lo tanto, en ese período el sol se pondrá más tarde en B que en A (figura 3b). Es más: aunque A esté más al oeste que B, el ángulo terminador-meridiano podría compensar esa circunstancia y, llegado un día, hacer que en B se pusiese el sol más tarde.

Esta es la clave del presente trabajo. El ángulo de inclinación del terminador con los meridianos va creciendo desde el equinoccio de primavera hasta el solsticio de verano y, de este modo, el último punto de intersección de ese terminador con la costa continental europea (o sea, el punto donde se produce el último atardecer) va cambiando. Desde el solsticio de verano hasta el equinoccio de otoño se deshace el camino simétricamente³.

Todo estriba, pues, en identificar esos puntos a partir de un simulador del terminador. Así se observa fácilmente que entre los solsticios de invierno y verano el punto de último atardecer en la Europa continental se va desplazando desde el Cabo de San Vicente (Portugal) a Cabo da Roca (Portugal), a Cabo Touriñán y, desde ahí, a la com-

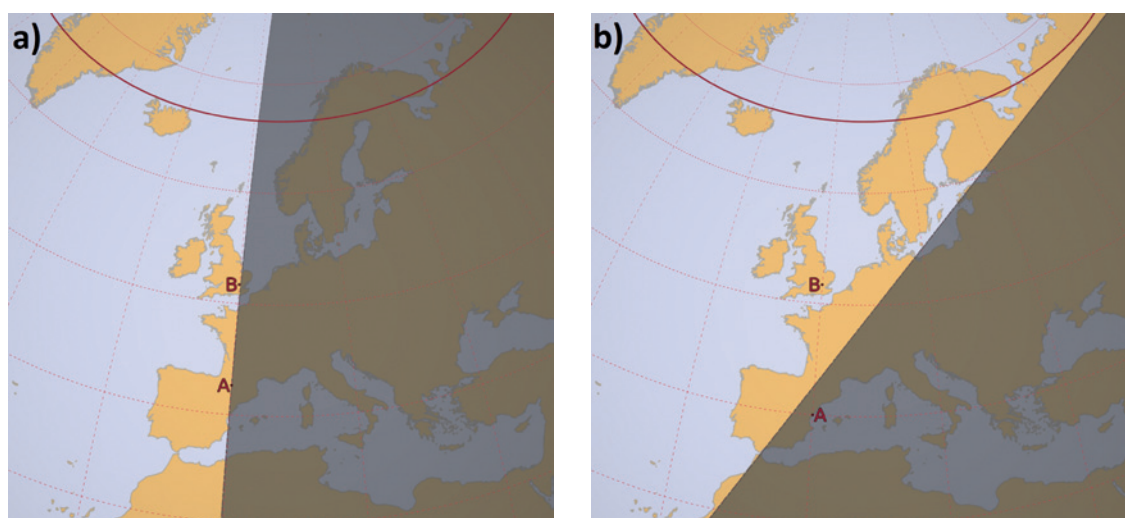


Fig. 3. a) En los equinoccios, el atardecer ocurre al mismo tiempo en los puntos A y B, que están en el mismo meridiano. b) Entre los solsticios de primavera y otoño el sol se pone más tarde en el punto más al norte, B.

ción cambiante del eje de rotación terrestre respecto al sol, que da lugar a un curioso baile del punto de observación del último atardecer de la Europa continental.

² Esta idea, que parece razonablemente obvia, no está ni mucho menos presente en la población general, como se está viendo en los recientes debates sobre el huso horario [7].

³ Para ser más correcto, el camino se hace y deshace de solsticio a solsticio.

Fig. 4. Los días 24 de marzo y 19 de septiembre, a pocos días de los equinoccios, la separación del terminador con respecto a la línea del meridiano ya es suficiente como para que empaten los tiempos de atardecer de Cabo da Roca y Cabo Touriñán.

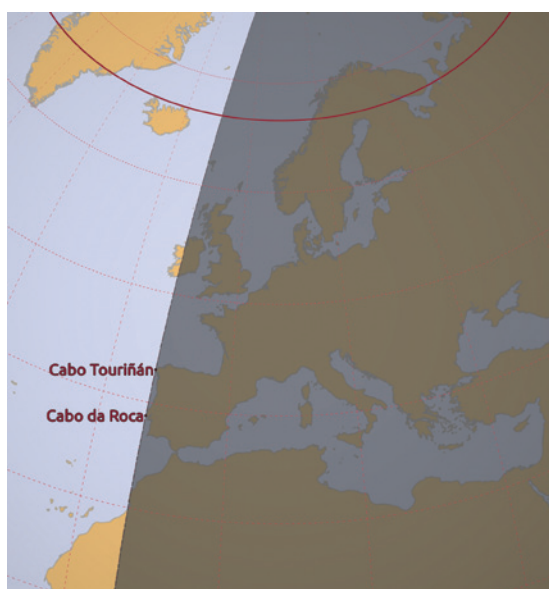


Fig. 5. En los días de transición entre Cabo Touriñán y Aglavs vik (24 de abril y 18 de agosto), el último atardecer de Europa continental coincide con el de África continental (y también con el del Land's End, el punto más occidental de la isla de Inglaterra).

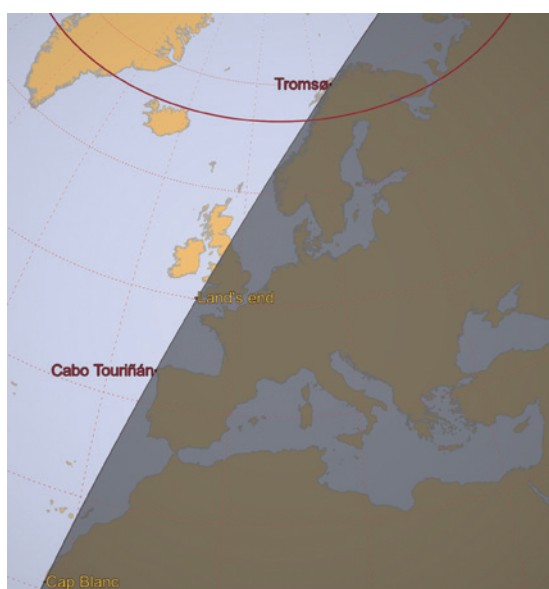


Fig. 6. Línea de amaneceres en el Mediterráneo los días 21 de abril y 21 de agosto. La inclinación del terminador hace que los amaneceres en Cap de Creus y la Punta de s'Esperó sean simultáneos. A partir del 21 de abril y hasta el 21 de agosto amanecerá antes en Cap de Creus, al ser aún mayor la inclinación del terminador respecto al meridiano durante esos 4 meses.



pleja costa Noruega. Es digno de mención que la punta del departamento francés de Finistère (el muy visitado Finisterre de Francia), pese a su destacada posición en el mapa, nunca goza de ese

privilegio, al caer siempre al este del terminador del último atardecer. El caso de Noruega merece mención aparte debido a su extraordinariamente compleja línea de costa, que hace difícil la identificación.

Para precisar los momentos de atardecer sirven varios recursos disponibles en la red. Para este caso se ha usado el del portal del Observatorio Naval de los EE. UU. [8]: indicando las coordenadas geográficas con una precisión de 1 minuto de arco se generan tablas de horas de atardecer con una precisión de 1 minuto (cronológico), que ha sido suficiente para el propósito de este trabajo. Téngase en cuenta que, a una latitud de 45° , 1 minuto de arco es equivalente a aproximadamente 1.35 km, que es transitado por el sol aparente en aproximadamente 4 segundos.

No se considera la elevación del punto de observación (las estimaciones están hechas a nivel del mar). En lo que sigue, las horas se indican en *tiempo coordinado universal* (UTC). Las horas reales de puesta de sol pueden variar con respecto a las teóricas presentadas aquí, dependiendo de las condiciones atmosféricas o efectos refractivos a latitudes altas. Además, las fechas presentadas para acotar cada período de último atardecer en los diferentes puntos pueden tener una variación de 1 día (debido fundamentalmente a la cadencia de años bisiestos), tal y como ocurre con las fechas de solsticios y equinoccios.

Un trono cambiante

Poco después del equinoccio de primavera, el trono del último atardecer europeo pasa de Cabo da Roca a Cabo Touriñán y, aproximadamente un mes después, a la costa noruega, en Aglavs vik, un lugar cercano a Tromsø. Pocos días después hay un nuevo desplazamiento, a Måsøy. Ninguno de esos puntos es ni el más occidental ni el más septentrional de la Noruega continental, que son respectivamente Vardetangen ($60^\circ 48' \text{ N } 5^\circ 56' \text{ E}$) y el Cabo Nordkinn ($71^\circ 08' \text{ N } 27^\circ 39' \text{ E}$).

Con las limitaciones de precisión ya advertidas, la lista de lugares que pueden gozar el último sol europeo continental, junto con los períodos en los que ello ocurre y las horas de atardecer en los días de transición, se indican en la tabla 1 [9].

La magnitud del efecto se percibe simplemente al constatar cómo, tan solo 3 o 4 días después del equinoccio, la inclinación del terminador es suficiente como para desplazar la última intersección costera de Cabo da Roca a Cabo Touriñán (figura 4). Las identificaciones de los días de cambio son más fáciles a mayor latitud, debido a que cuanto más al norte mayor es el cambio de la duración del período diurno a lo largo del año.

El punto donde el terminador alcanza un ángulo recto con respecto a los meridianos (marcando la latitud por encima de la cual se produce el sol de medianoche) toca el continente europeo el 11 de mayo, para seguir bajando hasta la latitud del

Círculo Polar Ártico en el día el solsticio verano. En esos días ya no cabe hablar del último atardecer europeo, al no ponerse el sol en esa zona. A partir del solsticio de verano, la secuencia va en el sentido inverso.

El 1 de agosto tiene lugar la situación simétrica al 11 de mayo, deja de observarse el sol de medianoche en tierra continental europea y se vuelve hacia el sur saltando por los mismos puntos geográficos hasta retornar a Cabo San Vicente. Este cabo disfruta del último sol 4 meses al año, más que cualquiera de los otros puntos.

Nótese en la tabla 1 que las horas de atardecer no se comportan de modo simétrico respecto al solsticio de verano (aunque las fechas de transición de un lugar a otro son, *grosso modo*, simétricas con respecto a los solsticios). Esto es debido a la diferencia entre el tiempo solar aparente y la hora UTC: en el hemisferio norte el atardecer más temprano del año tiene lugar unos días antes del solsticio de invierno y el atardecer más tardío del año tiene lugar unos días después del solsticio de verano.

Es digno de mención que los días 24 de abril y 18 de agosto, que corresponden a las transiciones entre Cabo Touriñán y Aglapsvik, ese último atardecer coincide con el último de África continental (figura 5). El último atardecer continental africano tiene lugar esos días cerca de Cabo Blanco (coordenadas aproximadas 20°50' N 17°06' O), en la frontera entre el Sáhara Occidental y Mauritania. Al igual que en el caso europeo, nótese que este punto no es el más occidental de África continental, que está en Cabo Verde (Senegal). En una curiosa carambola estética, ese momento del atardecer coincide también con el del Land's End (el punto más occidental de la isla de Inglaterra, un punto geográfico simbólico para el pueblo británico).

Correcciones con la altura para la zona de la Costa da Morte

A la hora de añadir como atractivo turístico de la Costa da Morte el último atardecer de Europa continental, se debe entender que se trata de un recurso beneficioso para varios de los ayuntamientos de la zona, que podría generar una pequeña y deseable sinergia.

De hecho, tal y como se ha indicado, las simulaciones presentadas son a nivel del mar. Como se puede intuir fácilmente, la consideración de las diferentes alturas de observación a lo largo de la Costa da Morte extiende las potenciales zonas de interés. Así, el punto de referencia para los visitantes de Cabo Touriñán (al pie de su faro) está a unos 70 metros sobre el nivel del mar, lo que implica que la línea de horizonte sobre el Atlántico estará a unos 30 km del observador.

Pero si nos trasladamos a la zona de Cabo Finisterre, en su cara occidental, culminada por el Cabo da Nave ($9^{\circ}17'30''$ O), se encuentra el monte

Tabla 1. Lugares y momentos del año en los que se puede observar el último atardecer en Europa continental. Las fechas se indican con una precisión de ± 1 día. Para cada lugar y fecha, se indica la hora UTC de puesta con una precisión de ± 1 minuto. No se tienen en cuenta ni efectos crepusculares ni la elevación del punto de observación.

LUGAR	FECHAS	HORA ATARDECER
Cabo de São Vicente <i>37°01'N 9°00'O</i>	19 octubre	17:54
	21 febrero	18:22
Cabo da Roca <i>38°47'N 9°30'O</i>	21 febrero	18:22
	24 marzo	18:54
Cabo Touriñán <i>43°03'N 9°18'O</i>	24 marzo	18:54
	23 abril	19:29
Aglapsvik <i>69°28'N 18°09'E</i>	24 abril	19:31
	1 mayo	20:06
Måsøy <i>71°00'N 24°39'O</i>	1 mayo	20:06
	10 mayo	21:29
Costa noruega*	11 mayo	--
	1 agosto	--
Måsøy <i>71°00'N 24°39'O</i>	2 agosto	21:29
	10 agosto	20:18
Aglapsvik <i>69°28'N 18°09'E</i>	11 agosto	20:12
	18 agosto	19:35
Cabo Touriñán <i>43°03'N 9°18'O</i>	18 agosto	19:35
	19 septiembre	18:40
Cabo da Roca <i>38°47'N 9°30'O</i>	20 septiembre	18:39
	19 octubre	17:54

* Durante este período el punto más occidental del eje de la zona de sol de medianoche en Europa continental se mueve desde la costa en Måsøy hasta el Círculo Polar Ártico (ida y vuelta).



Fig. 7. Panel informativo en Cabo Touriñán sobre el último sol europeo, realizado en base a este trabajo.

Fig. 8. Banco instalado en Cabo Touriñán en octubre de 2015, con una inscripción que informa de su singularidad geográfica.



Veladoiro, que gracias a sus 234 metros de altura sobre el nivel del mar aleja el punto de horizonte observable a 54 km y, por lo tanto, el momento de atardecer se verá más tarde que en Cabo Touriñán. Incluso desde la base del egregio faro de Finisterre (135 m sobre el nivel del mar, horizonte a 41 km) el momento de ocultación del sol ocurriría un poco después que en el faro de Touriñán. Pero, estrictamente hablando, el punto definitivo sería el Monte Pindo⁴, un espectacular macizo granítico que se eleva, casi a pie del mar, a 629 m (figura 1). La cumbre de este monte está claramente más al este del borde occidental extremo de esta zona (su longitud geográfica es 9°06'50" O, que en un mapa vendría suponiendo estar unos 16 km al este de Cabo Finisterre), pero dado que desde su cima la línea atlántica de horizonte está a 89 km, permitiría la última observación del sol en la España peninsular.

La diferencia en los tiempos de puesta de sol entre esos lugares se podría estimar teniendo en cuenta que la velocidad tangencial de rotación en el paralelo 43° (el que cruza Galicia) es de unos 1220 km/h⁵. Dado que en ese paralelo la longitud del arco correspondiente a 1' de arco es de unos

1.35 km, que el sol recorre en 4 segundos, la diferencia entre el faro de Touriñán y la cumbre de O Pindo es de unos 2 minutos.

El primer amanecer de España

Mientras una mitad del terminador marca los puntos de atardecer, la otra mitad marca los puntos de amanecer, así que se ha aplicado el mismo *modus operandi* para la identificación de dichos puntos; nuevamente una cuestión de interés turístico.

Entre ellos va a estar el punto más oriental de España, que es la Punta de s'Esperó (39°53' N 4°20' E), en el ayuntamiento de Maó/Mahón (Menorca, Illes Balears). El ayuntamiento vecino de Es Castell es un modelo de aprovechamiento turístico de la riqueza derivada de este hecho natural, ya que hace gala de ser el lugar donde nace el primer sol de España. La página web de ese ayuntamiento está presidida por la imagen proporcionada por una cámara web que apunta hacia el este para retransmitirlo [10], enfocando un monumento a Eos (la diosa griega del alba), e incluso se maqueta la revista municipal con una estética alusiva al amanecer.

Pero debido a la ya descrita variación de orientación del terminador a lo largo del año, resulta que ese trono de primer sol español también va a ser compartido. Y es que durante unos 4 meses, desde aproximadamente el 21/22 de abril hasta el 21/22 de agosto (figura 6), ese honor recae en el punto más occidental de la Península Ibérica: Cap de Creus, en Girona (42°19' N 3°19' E)⁶. Los 8 meses restantes, se produce en la Punta de s'Esperó.

Efectos prácticos

En el año 2008 se hizo un primer avance de los resultados de este trabajo [11] (completado en otros posteriores [12]), con una notable repercusión en medios de comunicación y, obviamente, en los ayuntamientos de la Costa da Morte. Aunque parezca sorprendente, en esa fecha no existía en Cabo Touriñán ningún tipo de indicador o marca relativa a sus singularidades, ni siquiera una mínima mención a la relevante circunstancia de ser uno de los puntos extremos de la geografía española.

A partir de entonces, la estrategia turística del ayuntamiento de Muxía (en cuyo territorio está este cabo) ha hecho uso de los resultados aquí expuestos. Por ejemplo, ha instalado un panel que

4 Conocido como el "Olimpo celta" y también por su cercanía al muro de O Ézaro (ayuntamiento de Dumbría), una de las nuevas metas de referencia en la Vuelta Ciclista a España.

5 Lo que lleva a una estética circunstancia: un avión viajando a Mach 1 a lo largo de ese paralelo hacia el oeste apenas vería moverse el sol durante su recorrido.

6 De este modo, a la luz de los datos de la tabla 1, durante unos pocos días al año se podría plantear la siguiente experiencia de viaje por carretera: salir del Cap de Creus con el primer amanecer de España y llegar a la Costa da Morte con el último atardecer de la Europa continental. Solo sería viable en dos ventanas temporales: en primavera del 21 al 24 de abril y en otoño del 18 al 21 de agosto (como ya se ha indicado, considérense esos márgenes con una precisión de ± 1 día). El diseño de la ruta por carretera ya existe para clubs de moteros (<https://es.wikiloc.com/wikiloc/view.do?id=14614995>), pero ahora se añadiría este nuevo aliciente solar.

los describe gráficamente (figura 7) e incluso, a sugerencia de los autores de la ref. 11, se ha instalado un banco con una inscripción que identifica el lugar (figura 8) [13]. En Cabo Finisterre (que es, tras la Catedral de Santiago, uno de los puntos más visitados de Galicia, junto con la Torre de Hércules y la playa de las catedrales) se ha instalado también un panel que informa de las horas de puesta de sol. En el momento de redactar este artículo, están en estudio iniciativas encaminadas a la difusión de la imagen de los atardeceres de la Costa da Morte, una de las estampas más hermosas que ofrece esta esquina de la geografía española.

Agradecimientos

El autor agradece a José María Martín Olalla, del Departamento de Física de la Materia Condensada de la Universidad de Sevilla, sus comentarios y ayuda con las figuras de este artículo.

Bibliografía

- [1] N. HERRERO, "La atracción turística de un espacio mítico: peregrinación al cabo de Finisterre", *Pasos* 7 (2), 163-178 (2009).
- [2] A. M. ROMERO MASIA y X. M. POSE MESURA, *Galicia nos textos clásicos* (Edicións do padroado do museo arqueolóxico provincial-A Coruña, 1988).
- [3] M. MURGUÍA y B. VICETTO. 1865, "Historia de Galicia (1865)", *La Gran Enciclopedia Vasca* (vol. I, Bilbao, 1980).
- [4] F. ALONSO ROMERO, *Historia, leyendas y creencias de Finisterre* (Briga Edicións, A Coruña, 2002).
- [5] C. SÁNCHEZ-CARRETERO (ed.), *Heritage, Pilgrimage and the Camino to Finisterre. Walking to the End of the World*, *GeoJournal library* 117, Springer International-Cham, Suiza (2015). doi:10.1007/978-3-319-20212-9.
- [6] UNITED NATIONS WORLD TOURISM ORGANIZATION (UNWTO). *Tourism Highlights. 2015 edition*. <http://www.unwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284416899> (2015).
- [7] J. M. MARTÍN OLALLA, "¿Puede la situación geográfica de España explicar las aparentes anomalías de sus horarios sociales?" *Revista Española de Física* 29 (2), 9-15 (2015).
- [8] <http://www.usno.navy.mil/USNO/astronomical-applications/data-services/data-services>
- [9] J. MIRA-PÉREZ, "The last sunset on mainland Europe", *Cartography and Geographic Information Science*, 2016. doi: 10.1080/15230406.2016.1249409.
- [10] <http://www.aj-escastell.org/>
- [11] S. GARRIDO RIAL y J. MIRA PÉREZ, "El último rayo de sol de Europa se va por Touriñán", *La Voz de Galicia* (23/03/2008). http://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/galicia/2008/03/23/ultimo-rayo-sol-europa-tourinan/0003_6671915.htm
- [12] J. MIRA-PÉREZ, arxiv.org/abs/1408.2161v1 (2014).
- [13] P. BLANCO, "O mellor banco do mundo de Touriñán", *La Voz de Galicia* (19/10/2015). http://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/carballo/muxia/2015/10/19/mellor-banco-do-mundo-tourinan/0003_201510C19C4995.htm

Jorge Mira Pérez
Departamento de Física Aplicada
Universidade de Santiago
de Compostela



XXXVI Reunión Bienal
de **Física**
de la **RSEF**

17-21

Santiago

julio

de Compostela

2017

27 Encuentro Ibérico
de **Enseñanza**
de la **Física**



Real
Sociedad
Española de
Física

R.S.E.F.

Más información en la web de la RSEF y a través del correo electrónico: bienalrsef2017@gmail.com
<http://www.bienalrsef2017.com>